



Licenciatura Engenharia Informática e Multimédia

Redes de Computadores

Semestre de Verão 2022 / 2023

Trabalho Prático 3

Docente Luís Pires

22 de Maio de 2023

Trabalho realizado por:

Fábio Dias, nº 42921 Grupo 17



## Índice

Índice de Figuras .....	4
Lista de Acrónimos.....	6
1. Introdução .....	7
2. Configuração das Sub-Redes .....	8
3. Sumarização .....	10
4. Routers Cisco e Mikrotik.....	11
5. Configuração no EVE .....	12
6. Conclusões.....	21
7. Bibliografia .....	22

## Índice de Figuras

Figura 1 – Configuração da Interface e1/0 do Router2 .....	12
Figura 2 - Configuração do LaptopA .....	12
Figura 3 – Configuração do LaptopB.....	12
Figura 4 - Configuração da Interface e1/1 do Router2 .....	13
Figura 5 - Configuração do LaptopC .....	13
Figura 6 - Configuração do LaptopD .....	13
Figura 7 - Configuração da Interface ether1 do Router1.....	13
Figura 8 - Configuração do Servidor CHR_DHCP .....	14
Figura 9 - Configuração do Servidor CHR_Web .....	14
Figura 10 - Configuração do Servidor CHR_DNS.....	14
Figura 11 - Configuração da Interface e1/2 do Router2.....	15
Figura 12 - Configuração da Interface ether2 do Router1 .....	15
Figura 13 - Configuração da Interface e1/3 do Router2.....	15
Figura 14 - Configuração da Interface fa0/0 do Router3.....	15
Figura 15 - Configuração da Interface e1/3 do Router3.....	15
Figura 16 - Configuração IP Route do Router2 .....	16
Figura 17 - Configuração IP Route do Router1 .....	17
Figura 18 - Configuração IP Route do Router3 .....	17
Figura 19 - Traceroute do LaptopA para cada host da LAN C.....	17
Figura 20 - Traceroute do LaptopA para a "Internet".....	18
Figura 21 - Traceroute do LaptopB para cada host da LAN C.....	18
Figura 22 - Traceroute do LaptopB para a "Internet" .....	18

Figura 23 - Traceroute do LaptopC para cada host da LAN C.....	18
Figura 24 - Traceroute do LaptopC para a "Internet" .....	19
Figura 25 - Traceroute do LaptopD para cada host da LAN C.....	19
Figura 26 - Traceroute do LaptopD para a "Internet" .....	19
Figura 27 – Traceroute do Servidor CHR_DHCP para as LANs A e B e para a "Internet" .....	20
Figura 28 - Traceroute do Servidor CHR_Web para as LANs A e B e para a "Internet" .....	20
Figura 29 - Traceroute do Servidor CHR_DNS para as LANs A e B e para a "Internet" .....	20

## Lista de Acrónimos

CIDR – Classless InterDomain Routing

EVE – Emulated Virtual Environment

IP – Internet Protocol

LAN – Local Area Network

## 1. Introdução

Nesta terceira fase do trabalho, foi-nos pedido para conectar as duas LANs trabalhadas previamente, LAN A e LAN B, a uma LAN C, pelo meio de LANs de trânsito, LAN T. Para o efeito, também serão necessários configurar Routers, como foi concluído no trabalho anterior.

Ainda existem mais uma LAN T que conecta à simulação de “Internet”. Esta rede não será configurada mas a LAN sim.

Para o conseguirmos, temos de recorrer novamente ao emulador EVE-NG.[2]

## 2. Configuração das Sub-Redes

Dado que vamos ter mais LANs[1], vamos ter de voltar a criar uma sub-rede, esta diferente da efetuada previamente.

Existe um requisito para a atribuição da gama de endereços IP.

Para a LAN A, temos a fórmula  $\max(20, (\sum_{k=0}^n \text{número do aluno}_k) \bmod 100)$ . Traduzido, o número de *hosts* da LAN A provém do máximo entre 20 ou a soma dos números de alunos deste grupo, neste caso é apenas uma pessoa, e obter os últimos dois dígitos. Seguindo esta lógica, concluímos que a LAN A tem 21 *hosts*.

Para o caso da LAN B, temos  $\frac{\text{Clientes da Lan A}}{2}$ , ou seja, metade dos *hosts* da LAN A. Neste caso, temos de arredondar dado que metade de 21 é 10,5. Concluimos assim que a LAN B possui 11 *hosts*.

No caso da LAN C, a instrução é ter o maior número possível de endereços seguidos.

Ora, dado tudo isto, devemos começar as atribuições das sub-redes pela LAN C, conseguindo assim um maior número de endereços. A nossa gama de endereços IP[1][2] vai de 192.168.17.0 a 192.168.17.255. Como possuímos 256 endereços, vamos dividir esta rede em duas sub-redes. A primeira serve para os endereços da LAN C, e os restantes endereços serão distribuídos pelas restantes LANs. Assim, concluímos que a LAN C possui 128 *hosts*. De seguida, o foco será na LAN A, pois possui mais *hosts* que a LAN B. Assim, procuramos o valor mais próximo dos 21 *hosts*. Uma rede onde existem apenas 16 *hosts* não cobre a necessidade dos 21, logo, temos de lhe atribuir uma gama de 32 endereços. Partimos assim a nossa sub-rede de 128 endereços IP em 4 sub-redes de 32 endereços cada uma, sendo a primeira atribuída à LAN A. Seguindo a mesma lógica aplicada, a LAN B, com os seus 11 *hosts* necessita de uma sub-rede com 16 endereços. Logo, temos de partir as 3 sub-redes de 32 endereços em 6 sub-redes de 16 endereços e a primeira será atribuída à LAN B.



Assim sendo, restam 5 sub-redes de 16 endereços cada. Como ainda existem duas LANs de transporte, LANs T, é necessário analisá-las. Cada uma delas tem de possuir um endereço para cada interface dos routers. Estas têm duas interfaces, logo, precisam de 2 endereços. Como também necessitam de dois endereços, um endereço de rede e um endereço de Broadcast, concluímos que, na realidade, cada LAN T possui 4 *hosts*. Assim, temos de partir as 5 sub-redes de 16 endereços cada em 20 sub-redes de 4 endereços cada. As primeiras duas são atribuídas às LANs T, deixando assim 18 sub-redes de 4 endereços por utilizar.

Concluindo, com auxílio das máscaras de rede e usando a notação CIDR[1][2], a ordem dos endereços IP será a LAN C com 192.168.17.0/25, ou seja, a gama de endereços é entre o 192.168.17.0 até 192.168.17.127; a LAN A com 192.168.17.128/27, sendo a gama entre 192.168.17.128 até 192.168.17.159; a LAN B com 192.168.17.160/28, sendo esta gama de endereços entre 192.168.17.160 até 192.168.17.175; a primeira LAN T com 192.168.17.176/30, sendo esta gama entre 192.168.17.176 até 192.168.17.179; por fim, a segunda LAN T com 192.168.17.180/30, onde a gama de endereços é entre 192.168.17.180 até 192.168.17.183.

### 3. Sumarização

A sumarização é um método para minimizar o número de entradas de *routing*, ou seja, os caminhos que os dados tomam de uma rede para outra.

Dado que à medida que uma rede vai escalando e, conseqüentemente, o número de entradas de *routing* por configurar vai ser cada vez maior, isto pode tornar-se extremamente complicado de gerir. Com a sumarização, podemos facilitar este processo, especificando com apenas uma máscara, a maior parte ou até mesmo todos os caminhos possíveis para a transferência de dados naquele Router.

No caso da nossa LAN C, é impossível simplificar mais a máscara de sub-rede do que a que já existe, mas no caso da LAN A e B, assim como a simulação da “Internet”, isto é possível.

Para a LAN A, sabemos que a sua máscara de sub-rede é /27, enquanto a LAN B possui uma /28. Para a primeira, temos 32 endereços IP disponíveis. Para a segunda, possuímos 16. Ora, um /26 inclui 64 endereços que, facilmente, engloba os 32 mais os 16, sendo o total 48 endereços. Ou seja, com uma máscara de sub-rede /26, podemos cobrir os 48 endereços, sendo assim apenas necessário configurar o Router com esta máscara. Isto significa que configuramos as duas LANs com apenas uma máscara de sub-rede.

Para o caso da simulação da “Internet”, podemos configurá-la com uma máscara /1 pois a diferença do endereço IP desta rede para todas as outras LANs provém do primeiro octeto. Assim sendo, com esta máscara, estaríamos a cobrir as LANs A, B e C numa só entrada de *routing*.

Embora especifique a sumarização para cada caso neste trabalho, é impossível de a implementar no EVE. Isto porque o sistema operativo dos Routers não possui um *routing* dinâmico, algo necessário para a implementação da sumarização.

## 4. Routers Cisco e Mikrotik

Nesta terceira parte do trabalho, vamos utilizar os Routers Cisco e Mikrotik. Para além de terem diferentes vantagens e desvantagens, os comandos para as configurações também diferem.

Os Routers Cisco são desenvolvidos para facilitar as configurações de rede e suportam vários tipos de protocolos de *routing*, mas não são acessíveis monetariamente. Para o caso dos Routers Mikrotik, estes oferecem bom suporte para multi-*routing* e o seu preço é mais acessível, mas a sua interface não é intuitiva, dificultando o processo de configuração.

Quando configuramos uma interface de um Router Cisco, usamos a ordem de comandos *config t, int [Nome da Interface], ip add [Endereço IP] [Espaço] [Máscara de Rede]*, seguido de *no shutdown* e terminamos este processo com o comando *end*. No caso de um Router Mikrotik, a ordem é *ip address, add* e pressionamos Enter. De seguida, pede-nos o endereço IP, que providenciamos seguido da sua máscara de rede pela notificação CIDR. Por fim, pedem-nos a identificação da interface que desejamos configurar.

As mesmas diferenças são apresentadas quando configuramos as rotas, *routing*. No caso do Router Cisco usamos os comandos *config t, ip route [Endereço de Rede de onde provêm Dados] [Espaço] [Máscara de Rede dessa Rede] [Espaço] [Interface à qual o Router está conectado]*. Para o caso do Router Mikrotik usamos os comandos *ip route, add dst-address=[Endereço de Rede de onde provêm Dados]/[Máscara de Rede dessa Rede em notificação CIDR] [Espaço] gateway=[Interface à qual o Router está conectado]*.

Todos estes comandos irão ser utilizados mais à frente no relatório.

## 5. Configuração no EVE

Passando para o EVE, vamos começar por configurar a LAN A.

Como foi concluído, a LAN A possui uma gama de endereços entre 192.168.17.128 a 192.168.17.159 e a sua máscara de sub-rede é a /27, ou seja, 255.255.255.224. O endereço mais baixo e o mais alto são reservados para endereços de rede e Broadcast, respetivamente. Assim sendo, temos 30 endereços IP para atribuir a *hosts*. Dado que existe o LaptopA e o LaptopB nessa LAN[2], temos, dos 30 endereços restantes, dois já reservados. Ainda possuímos a interface e1/0 do Router2. Esta também necessita de um endereço IP e, geralmente, é o endereço mais alto anterior ao de Broadcast. Sendo assim, podemos começar por atribuir esse endereço.

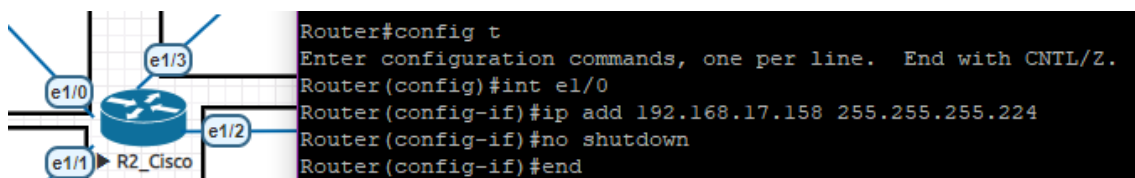


Figura 1 – Configuração da Interface e1/0 do Router2

Desta forma, quando configuramos os endereços para os Laptops, podemos definir a sua *default gateway*[2] para este endereço. Vamos, assim, configurar os Laptops.

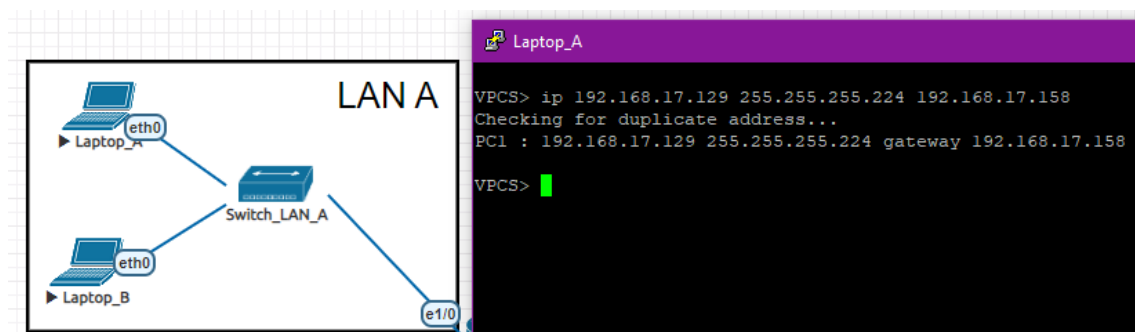


Figura 2 - Configuração do LaptopA

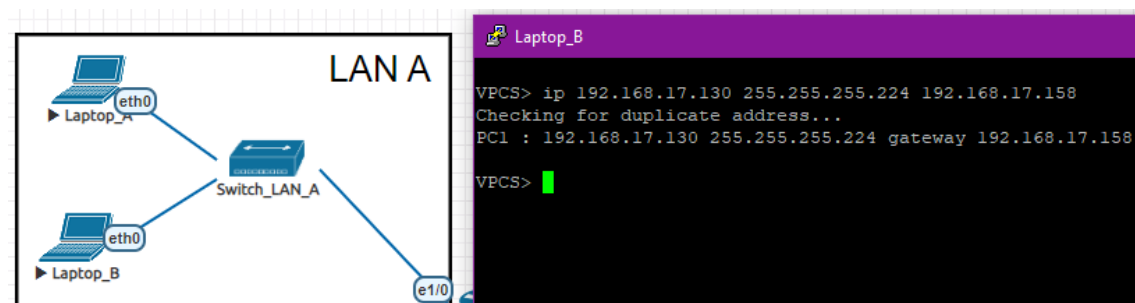


Figura 3 – Configuração do LaptopB

Passemos agora para a LAN B. A lógica é a mesma, mas neste caso, possuímos 16 endereços IP, entre 192.168.17.160 e 192.168.17.175. A sua máscara de sub-rede é /28, ou seja, 255.255.255.240. Também possuímos outra interface do Router2, a e1/1, que, tal como a e1/0, precisa de um endereço e este será o usado como *default gateway* dos Laptops.

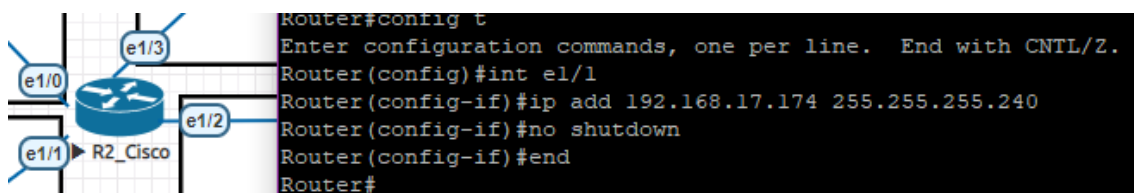


Figura 4 - Configuração da Interface e1/1 do Router2

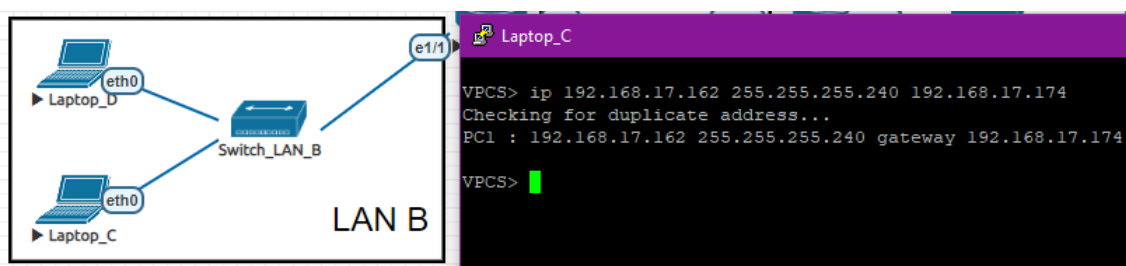


Figura 5 - Configuração do LaptopC

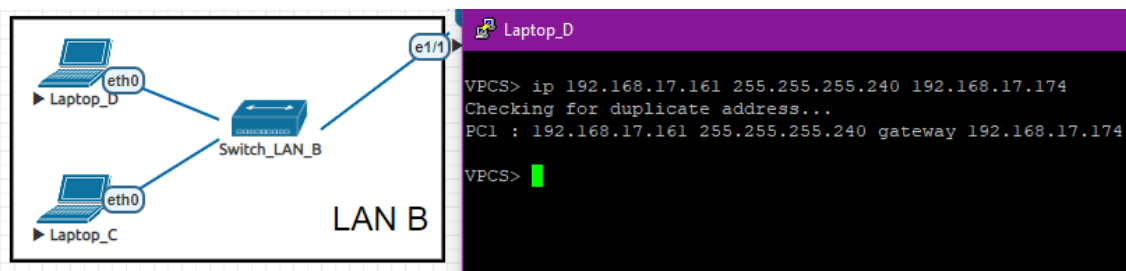


Figura 6 - Configuração do LaptopD

Foquemo-nos agora na LAN Servers, também chamada de LAN C. Como foi previamente apresentada, esta LAN possui uma gama de endereços entre 192.168.17.0 até 192.168.17.127, cuja sua máscara de sub-rede é /25, ou seja, 255.255.255.128. Nesta LAN, possuímos três servidores, onde cada um necessita de um endereço IP, assim como a interface do ether1, do Router1. Assim sendo, dos 126 endereços disponíveis, excluindo os endereços reservados para rede e Broadcast, vamos utilizar 4.

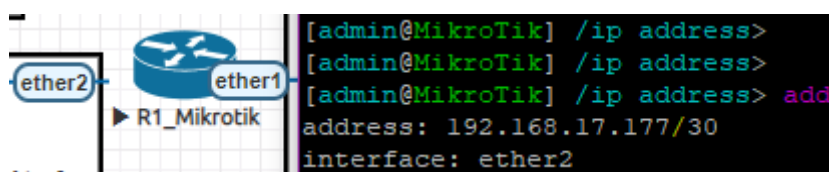



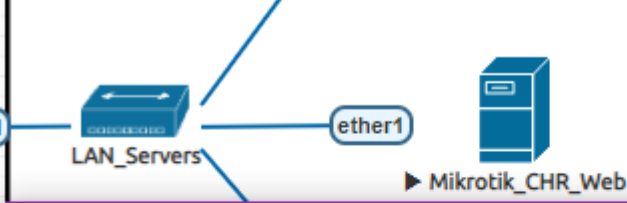
Figura 7 - Configuração da Interface ether1 do Router1

## LAN Servers




```
[admin@MikroTik] > ip add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.17.1/25
interface: ether1
failure: already have such address
[admin@MikroTik] /ip address> ..
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.17.126
```

Figura 8 - Configuração do Servidor CHR\_DHCP



```
[admin@MikroTik] > ip add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.17.2/25
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> ..
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.17.126
```

Figura 9 - Configuração do Servidor CHR\_Web



```
[admin@MikroTik] > ip add
[admin@MikroTik] /ip address> add
address: 192.168.17.3/25
interface: ether1
[admin@MikroTik] /ip address> ..
[admin@MikroTik] /ip> route
[admin@MikroTik] /ip route> add gateway=192.168.17.126
```

Figura 10 - Configuração do Servidor CHR\_DNS

Passando o foco para as duas LANs T, também chamadas de LANs de trânsito. Para a LAN Transit A, definimo-la como 192.168.17.176/30. Dado que o endereço IP mais baixo e o mais alto estão reservados, temos duas interfaces apenas. Logo, temos de as distribuir entre as interfaces e1/2 do Router2 e a interface ether2 do Router1.

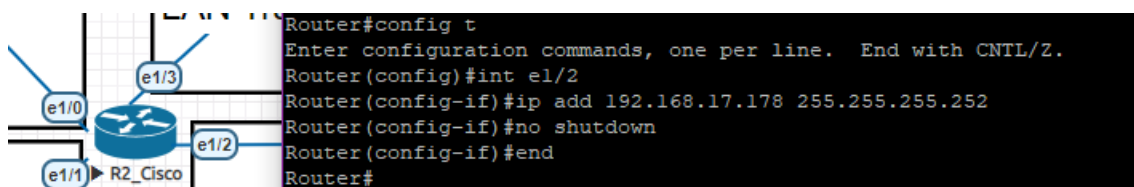


Figura 11 - Configuração da Interface e1/2 do Router2

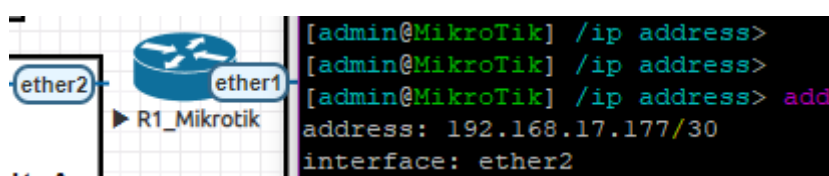


Figura 12 - Configuração da Interface ether2 do Router1

O mesmo processo é feito para a LAN Transit B, mas para esta os endereços serão o 192.168.17.181 e 192.168.17.182, distribuídos pelas interfaces e1/3 do Router2 e fa0/0 do Router3.

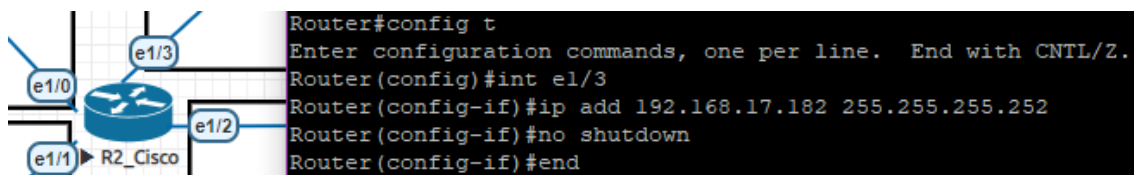


Figura 13 - Configuração da Interface e1/3 do Router2

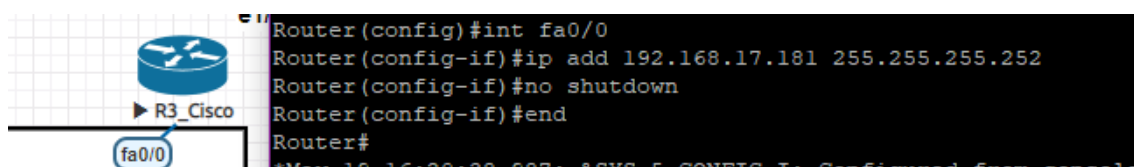


Figura 14 - Configuração da Interface fa0/0 do Router3

Por fim, na LAN que simula a Internet, temos a necessidade de configurar a interface e1/3 do Router3.

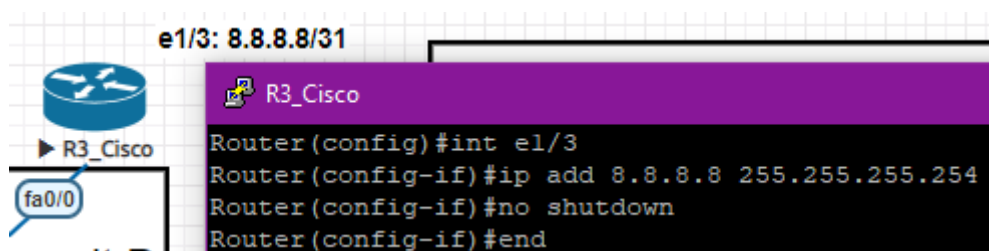


Figura 15 - Configuração da Interface e1/3 do Router3

Após configurarmos cada LAN e as suas interfaces, temos agora de configurar as suas rotas, *routing*. Ou seja, definir o caminho que os dados seguem para passar por múltiplas redes até chegar ao seu destino. Para o configurar, podemos ter duas perspetivas: Para que LANs o nosso *host* vai enviar os dados ou de que LANs o nosso *host* vai receber dados. Optei por tomar a última perspetiva, logo será essa que apresentarei. É preciso ter em conta que a perspetiva escolhida não deve ser focada na LAN, mas sim no Router ligado à LAN. Por exemplo, se uma interface de um Router estiver ligada a outra interface de um outro Router, as LANs a que este último esteja conectado têm de ser definidas nas configurações de *routing*.

Esta configuração receberá o endereço de rede de onde os dados provêm, a máscara de rede dessa mesma rede e a interface do router a que a interface em questão está conectada.

Para o caso do Router2, este possui duas interfaces ligadas diretamente a duas LANs distintas, a e1/0 e e1/1. A interface e1/2 está conectada à interface ether2 do Router1, assim como a interface e1/3 está conectada à interface fa0/0 do Router3. Dado isto, é necessário estabelecer de onde os dados podem vir a partir destas interfaces exteriores. Assim sendo, sabemos que do Router1, a data provém dos servidores da LAN C. Para o caso do R3, vem da simulação de Internet. Vamos passar à implementação desta configuração.

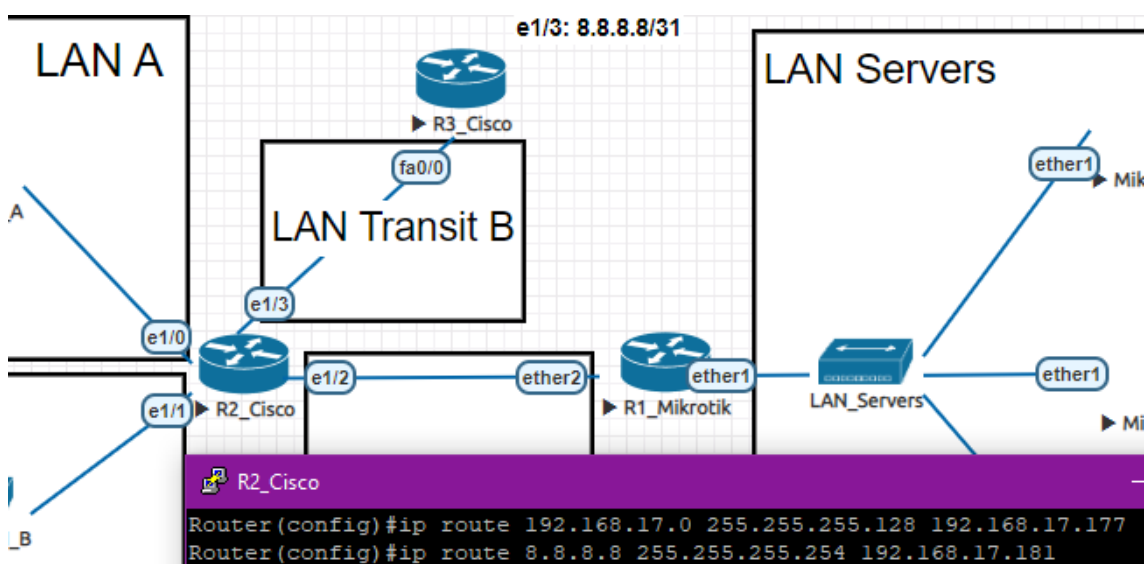


Figura 16 - Configuração IP Route do Router2



Foquemo-nos no Router1. Sabemos que os dados que são recebidos na interface ether2 provêm da interface e1/2 do Router2. Este possui, como já mencionado, outras três interfaces, duas ligadas diretamente a LANs e a outra ao Router3 que, por sua vez, possui uma interface na simulação de “Internet”. Tendo isto em conta, passemos à configuração.

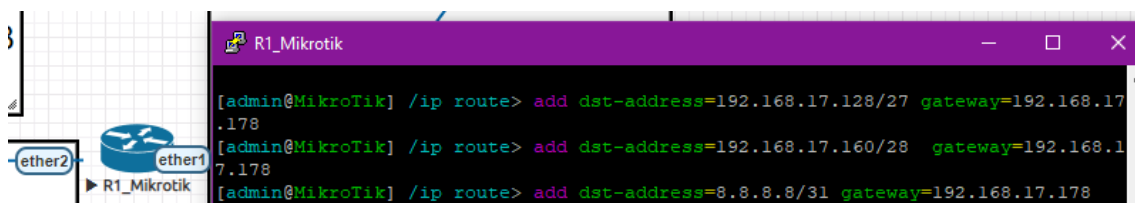


Figura 17 - Configuração IP Route do Router1

Por fim, passamos ao Router3. Este tem apenas uma interface exposta, mas pode receber dados da LAN A, B e C. A informação provém apenas da interface e1/3 do Router2. Passemos à configuração.

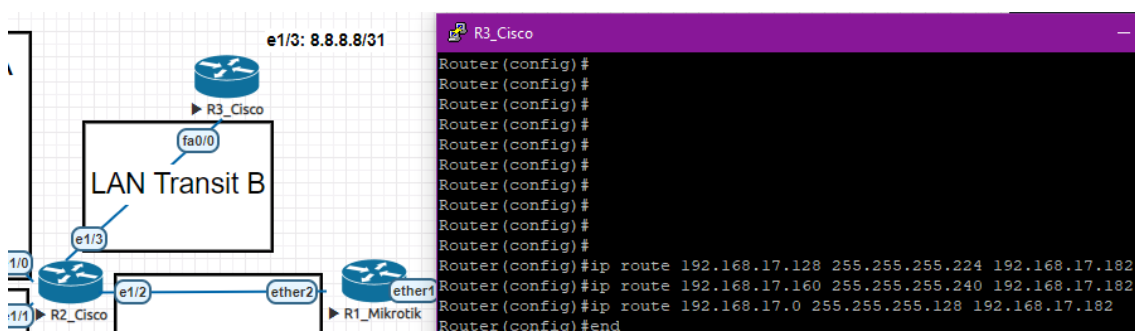


Figura 18 - Configuração IP Route do Router3

Com as configurações efetuadas, podemos testar as suas ligações com o auxílio do comando *traceroute*. Como já testamos entre a LAN A e a LAN B, no trabalho anterior, passamos este passo à frente. Ou seja, na LAN A e B vamos apenas testar a conexão à “Internet” e à LAN C. Da LAN C, testamos para todos os casos. Posto isto, passemos aos testes.

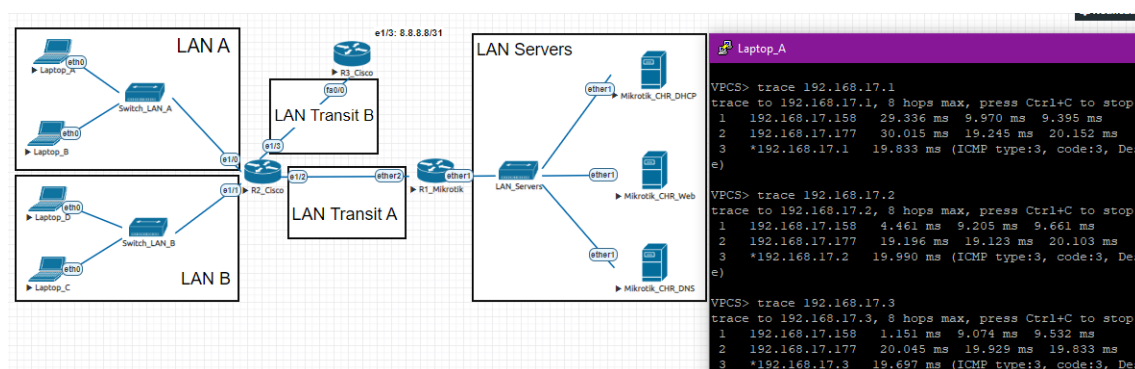


Figura 19 - Traceroute do LaptopA para cada host da LAN C

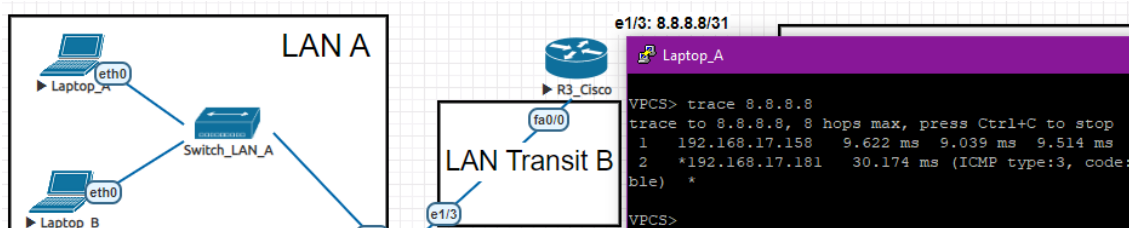


Figura 20 - Traceroute do LaptopA para a "Internet"

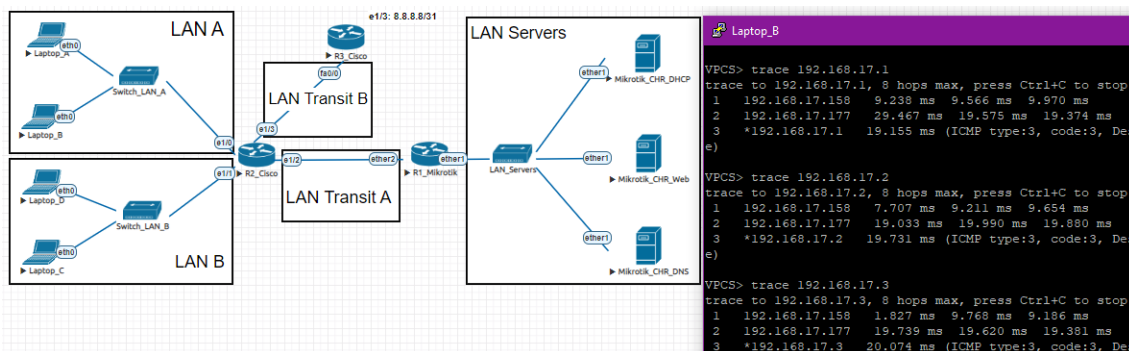


Figura 21 - Traceroute do LaptopB para cada host da LAN C

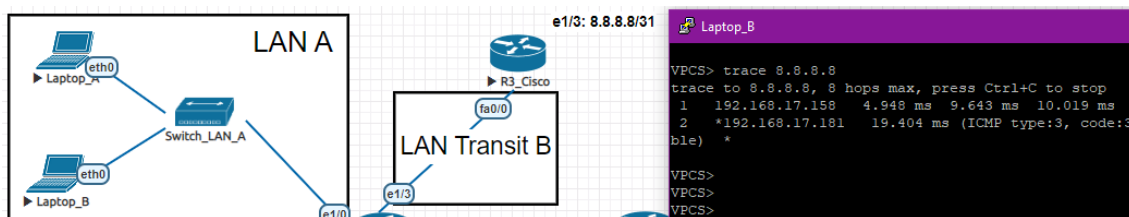


Figura 22 - Traceroute do LaptopB para a "Internet"

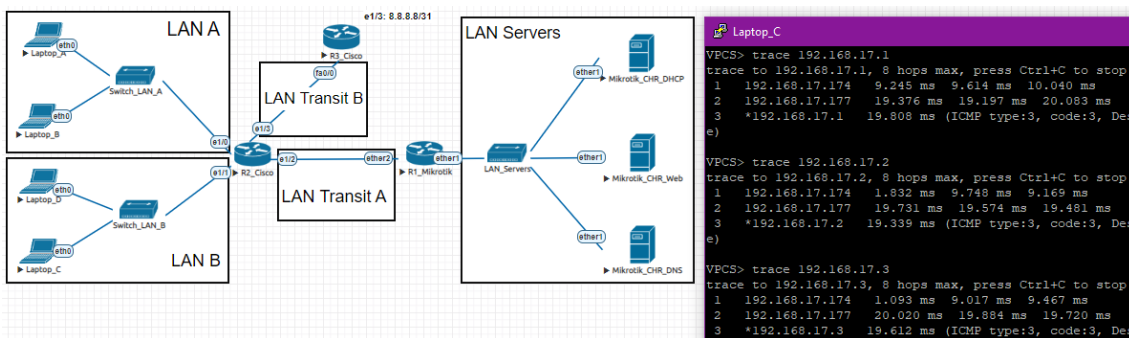


Figura 23 - Traceroute do LaptopC para cada host da LAN C

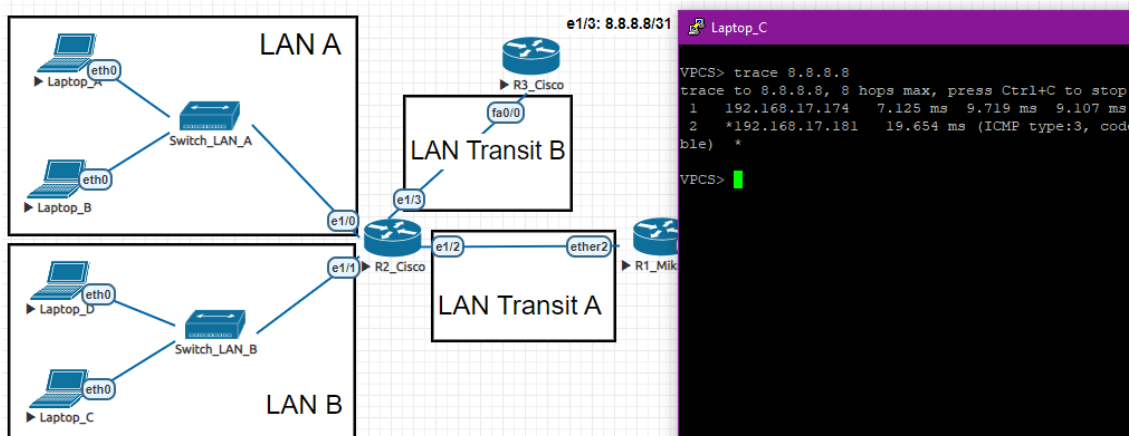


Figura 24 - Traceroute do LaptopC para a "Internet"

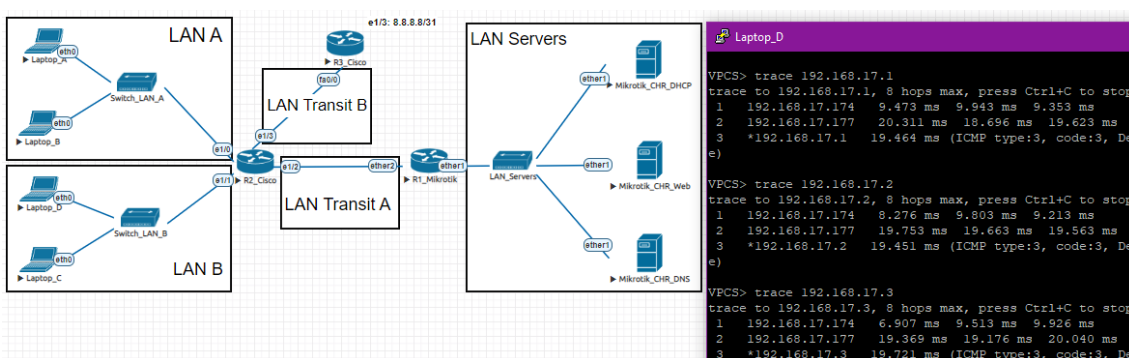


Figura 25 - Traceroute do LaptopD para cada host da LAN C

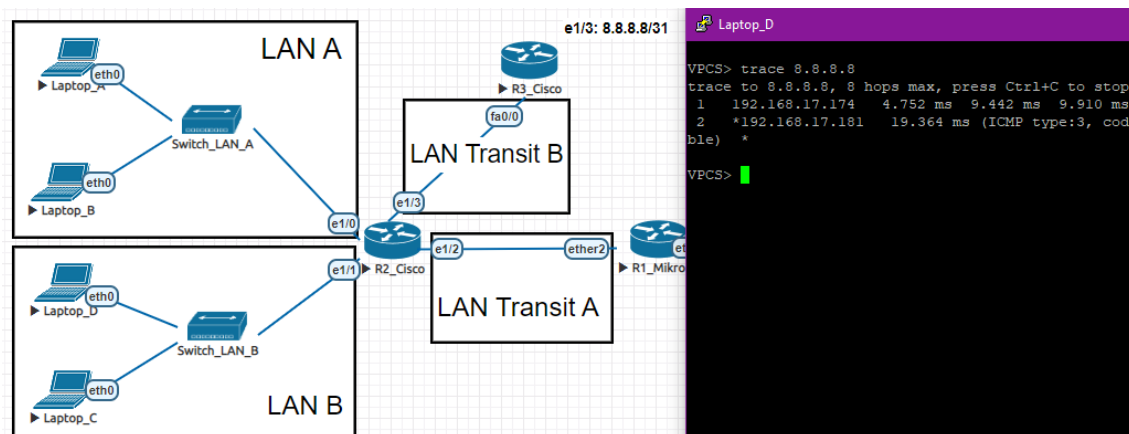


Figura 26 - Traceroute do LaptopD para a "Internet"

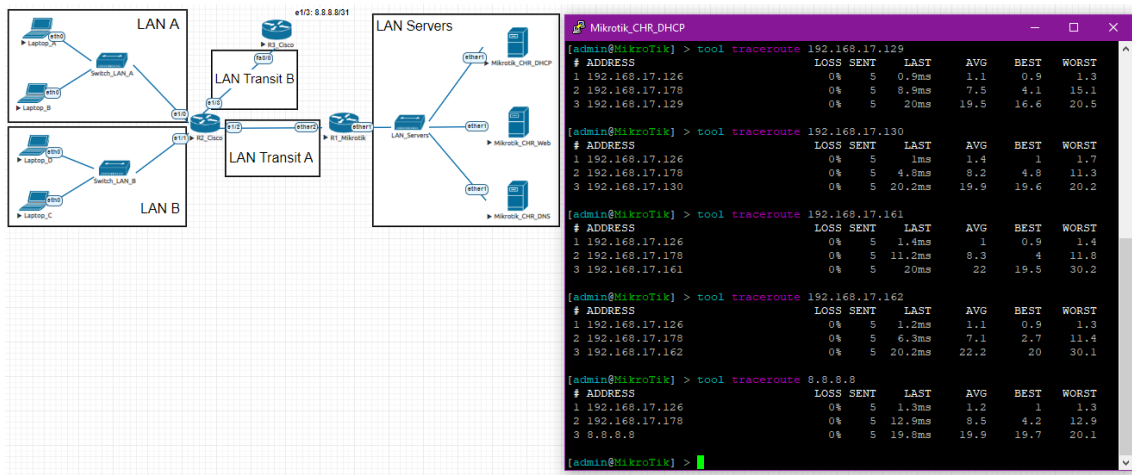


Figura 27 – Traceroute do Servidor CHR\_DHCP para as LANs A e B e para a "Internet"

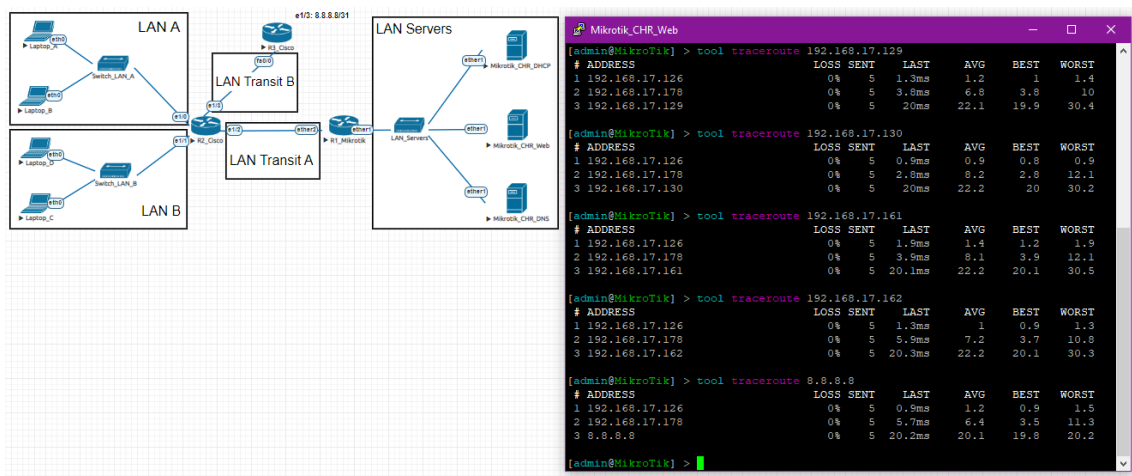


Figura 28 - Traceroute do Servidor CHR\_Web para as LANs A e B e para a "Internet"

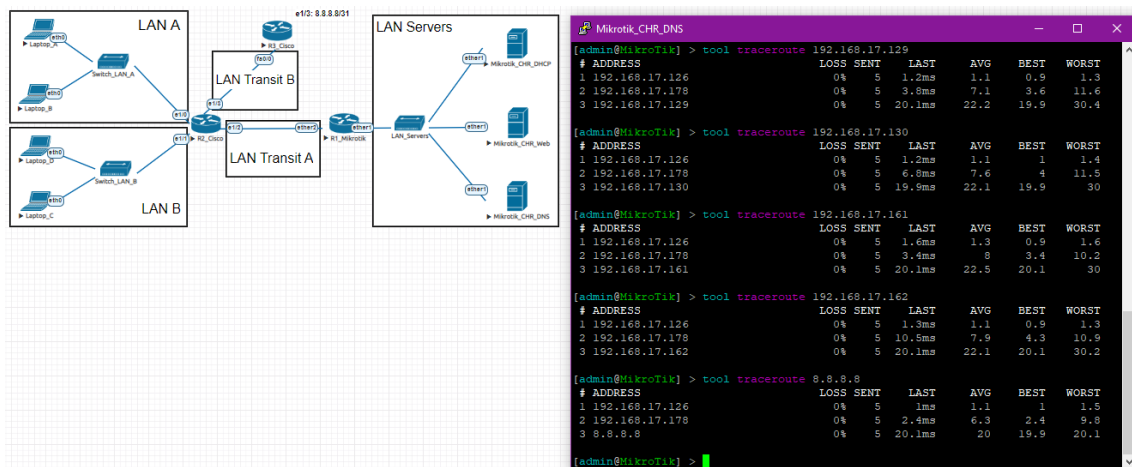


Figura 29 - Traceroute do Servidor CHR\_DNS para as LANs A e B e para a "Internet"

Como podemos verificar, todas as ligações foram efetuadas com sucesso, confirmando assim que as configurações foram bem feitas.

## 6. Conclusões

Com a realização deste trabalho foi possível experienciar e planejar as atribuições das gamas de endereços IP para redes distintas com diversas restrições e dimensões. Caso existam LANs com vários *hosts*, estas devem ser focadas primeiro.

Outra conclusão tirada foi como funcionam as tabelas de *routing*. No nosso caso foram estáticas, mas também existem dinâmicas e, para estas últimas, a sumarização é extremamente útil. Foi interessante saber que existem duas perspectivas para a configuração das rotas de dados.

Por fim, foi possível ficar mais confortável com o processo de sumarização, mesmo que não tenha sido possível implementá-lo no EVE. A sumarização, também chamada de agregação, é um método interessante e poderoso que permite facilitar as configurações das rotas, especialmente se tivermos o planeamento bem efetuado.

## 7. Bibliografia

- [1] L. Pires, Slides, “Computer Networks: Chapter4”.
- [2] F. Dias, Relatório, “Trabalho Prático 2”, Maio 2023.